



Underväxtens påverkan på produktiviteten och gallringskvalitén hos två gallringsskördare

*The impact of undergrowth on productivity and thinning quality
for two thinning harvesters*

OLOV SKOGELID



Examensarbete i skogshushållning, 15 hp

Serienamn: Examensarbete /SLU, Skogsmästarprogrammet 2019:02

SLU-Skogsmästarskolan

Box 43

739 21 SKINNSKATTEBERG

Tel: 0222-349 50

Underväxtens påverkan på produktiviteten och gallringskvalitén hos två gallringsskördare

The impact of undergrowth on productivity and thinning quality for two thinning harvesters

Olov Skogelid

Handledare: Back Tomas Ersson, SLU Skogsmästarskolan

Examinator: Eric Sundstedt, SLU Skogsmästarskolan

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: Självständigt arbete (examensarbete) med nivå och fördjupning G2E med möjlighet att erhålla kandidat- och yrkesexamen

Kurstitel: Kandidatarbete i Skogshushållning

Kursansvarig institution: Skogsmästarskolan

Kurskod: EX0938

Program/utbildning: Skogsmästarprogrammet

Utgivningsort: Skinnskatteberg

Utgivningsår: 2019

Omslagsbild: Skördare1 innan påbörjad studie. Foto: Olov Skogelid

Elektronisk publicering: <https://stud.epsilon.slu.se>

Serietitel: Examensarbete/SLU, Skogsmästarprogrammet

Delnummer i serien: 2019:02

Nyckelord: underväxtröjning, förröjning, tidsstudie



Sveriges lantbruksuniversitet
Skogsvetenskapliga fakulteten
Skogsmästarskolan

Förord

Detta arbete är resultatet av ett 15 hp examensarbete i skogshushållning vid Sveriges lantbruksuniversitet, Skogsmästarskolan. Arbetet genomfördes under sommaren och hösten/vintern 2018.

Jag vill rikta ett stort tack till Andreas Dahlin, utvecklingschef på SCA Skog Medelpads förvaltning, samt min uppdragsgivare SCA Skog för möjligheten att få skriva detta arbete genom dem. Ett stort tack riktas även till Back Tomas Ersson, som har varit handledare under arbetet och har hjälpt mig med goda råd, samt synpunkter till förbättring.

Slutligen vill jag tacka alla övriga personer som på något vis varit delaktiga till genomförandet av detta examensarbete.

Skinnskatteberg, januari 2019

Olov Skogelid

Innehållsförteckning

FÖRORD	III
SAMMANFATTNING	1
ABSTRACT	3
1 INLEDNING	5
1.1 GALLRING	5
1.2 UNDERVÄXT & UNDERVÄXTRÖJNING	5
1.3 TIDIGARE STUDIER AV UNDERVÄXTRÖJNING	6
1.4 SYFTE	8
1.5 HYPOTESER	8
2 MATERIAL OCH METODER	9
2.1 FÖRSÖKSLOKAL	9
2.2 PARCELLER & RÖJNING	9
2.2 MASKINERNA & FÖRARE	10
2.3 FÖRSÖKSUPPLÄGGNING	11
2.4 TIDSSTUDIEN	12
2.5 PRODUKTIVITET & PRODUKTIVITETSINDEX	13
2.6 KVALITETSUPPFÖLJNING	13
3 RESULTAT	15
3.1 TIDSSTUDIE I ORÖJDA PARCELLER	15
3.1.1 HANTERAD UNDERVÄXT	15
3.1.2 UPPARBETADE GAGNVIRKESSTAMMAR & FLERTRÄDSHANTERING	16
3.1.3 TIDSÅTGÅNG I ORÖJDA PARCELLER	18
3.2 PRODUKTIVITET & PRODUKTIVITETSINDEX	19
3.3 UTFÖRD GALLRINGSKVALITÉ	20
4. DISKUSSION	23
4.1 TIDSÅTGÅNG I ORÖJDA PARCELLER	23
4.2 PRODUKTIVITET & EKONOMI	23
4.3 HANTERAD UNDERVÄXT	24
4.4 UPPARBETADE GAGNVIRKESSTAMMAR & FLERTRÄDSHANTERING	24
4.5 UTFÖRD GALLRINGSKVALITÉ	25
4.6 STUDIENS STYRKOR OCH SVAGHETER	25
4.7 REKOMMENDATIONER	26
4.8 SLUTSATSER	26

5. REFERENSER	27
5.1 SKRIFTLIGA REFERENSER	27
5.2 PERSONLIG KOMMUNIKATION	29
6. BILAGOR	31
BILAGA 1. KARTSKISS ÖVER EN ORÖJD PARCELL MED TVÅ STICKVÄGAR, ETT SLINGERSTRÅK, SAMT UTPLACERADE 15X15 METERS PROVYTOR	31
BILAGA 2. TIDSSTUDIEFORMULÄR SOM IFYLLDES UNDER TIDSSTUDIEN	32

Sammanfattning

Inför gallring kan det finnas behov av att underväxtröja. Underväxten kan skapa problem under gallringsarbetet, och om en underväxtröjning blir utförd inför gallring kan skördaren uppnå en högre produktivitet, samt att det kan bli en högre medelvolym per gagnvirkesstam för skördaren. Men underväxtröjning är en kostsam åtgärd och om underväxstammarna är få, påverkar det avverkningsprestationen ytterst lite. Detta innebär att om merkostnaden av en utförd underväxtröjning blir för stor, går det inte att ekonomiskt motivera underväxtröjning.

Syftet med studien var att undersöka hur olika stamantal av underväxt påverkade produktiviteten och gallringskvaliteten mellan två olika gallringsskördare i SCA Skog, Medelpads skogsförvaltnings gran-/tallskogar.

Studien genomfördes genom att i parceller placera provytor, och i dessa inventerades antalet underväxstammar. I provytorna utfördes sedan en tidsstudie med två olika gallringsskördare, där resultatet sedan jämfördes mot varandra. Utöver detta, bedömdes även kvalitén på utfört gallringsarbete i varje parcell.

Resultatet visade att produktiviteten ($\text{m}^3\text{fub/h}(\text{G}_0)$) för skördare1 var högre än skördare2 i både de röjda och oröjda parcellerna. Produktiviteten ökade med 3 m^3fub för bägge skördarna i de röjda parcellerna, jämfört med de oröjda parcellerna. Studien påverkades mycket troligen av observationseffekten (Hawthorne effekt).

En slutsats från denna studie är att skördare1 hanterade 93 % färre underväxstammar per hektar än skördare2. Detta indikerar att skördare2 lade mer tid än skördare1 på arbetsmoment som inte tillhörde produktivt arbete. Den andra slutsatsen är att underväxtröjning inför gallring inte är ekonomiskt försvarbart för SCA Skog.

Nyckelord: underväxtröjning, förröjning, tidsstudie, gallring, flerträdshantering

Abstract

Before thinning, there may be a need for undergrowth clearing. This is because the undergrowth can create problems during the thinning operation. If an undergrowth clearing is performed before thinning, the harvester may achieve higher productivity, and the average volume per harvested stem may be a higher. However, undergrowth clearing is a costly activity, and if the undergrowth stems are few, they hardly affect the harvester's performance. This means that if the extra cost of an undergrowth clearing is too high, it's not economically justified to perform before thinning.

The purpose of this study was to investigate how different densities of undergrowth affect the productivity and thinning quality of two thinning harvesters in SCA Skog's spruce and pine forests in Medelpad.

The study was carried out by placing sample plots in both uncleaned and cleaned parcels, and in these, the number of undergrowth stems was inventoried. Thereafter, a time study was then performed with two different thinning harvesters, and the results were then analyzed. The thinning quality was also assessed in each parcel.

The results showed that productivity ($\text{m}^3\text{fub/h(G}_0\text{)}$) for harvester1 was higher than harvester2 in both the undergrowth-cleared parcels and the un-cleared parcels. Productivity increased by 3 m^3fub for both harvesters in the undergrowth-cleared parcels, compared to the uncleaned parcels. However, this study was most likely affected by the observation effect (Hawthorne effect).

One conclusion from this study is that harvester1 handled 93% fewer undergrowth stems per hectare than harvester2. This indicates that harvester2 used more time than harvester1 on work that did not belong to productive work. The second conclusion is that, under circumstances similar to this study, undergrowth clearing is not economically justified to perform before thinning.

Keywords: undergrowth, clearing, cleaning, brushing, time study, thinning, multi-tree handling

1 Inledning

1.1 Gallring

Gallring definieras som ”beståndsvårdande utglesning av skog under tillvaratagande av virke” (Agestam 2015). Gallring är en vanlig skoglig åtgärd i Sverige och de flesta skogar i Sverige gallras en eller ett par gånger under en omloppstid (Agestam 2015). I Sverige gallras det årligen cirka 400 000 hektar och cirka 27 miljoner m³ kub kommer från dessa gallringar (Agestam 2015).

Maskinella gallringar utförs vanligast med endera stickvägsgående eller beståndsgående gallring (Dahlin 2008). Stickvägsgående gallring är gallring från stickväg och den beståndsgående gallringen är gallring från stickväg samt med ett eller två slingerstråk mellan stickvägarna. Vid användning av slingerstråk blir det längre avstånd mellan stickvägarna, men gemensamt för metoderna är att skotning sker i stickvägarna (Dahlin 2008). Vid stickvägsgående gallring lägger skördaren det skördade virket nära stickvägskanten. Då beståndsgående gallring utförs, lägger skördaren virket ut mot stickvägarna, vilket innebär att virke då kommer att ligga dels nära stickvägen men även en bit ifrån (Dahlin 2008).

Medelstammens volym är den viktigaste faktorn för en skördares produktivitet och desto högre medelstammen är desto lägre blir avverkningskostnaden (Alam m.fl 2013). Enligt Vestling (2012) förklarar medelstamsvolymen cirka 60 % av variationen i produktivitet i både föryngringsavverkning och gallring. Om det är en stor volymvariation mellan stammarna i ett bestånd, exv. mycket underväxt, påverkar det skördaren negativt då det blir svårare att hantera de olika stammarna (Alam m.fl 2013).

1.2 Underväxt & underväxtröjning

Enligt Håkansson (2000) är underväxt något som är väsentligt yngre och oftast lägre och klenare än huvudbeståndet. Eller så kan det vara småträd, buskar samt större plantor av varierande ålder och storlek som har lyckats etablera sig i ett befintligt bestånd av grövre träd. Underväxt brukar definieras som ”ett undre skikt i beståndet av träd som inte ger gagnvirke, diametergränsen sätts ofta till mindre än sju centimeter i brösthöjdsdiameter” (Gunnarsson m.fl 1992). Trots att definitionen är 26 år gammal, anses definitionen fortfarande vara aktuell. För att det skall räknas till underväxt krävs det även att höjden är högre än 1,3 meter (Gunnarsson m.fl 1992).

Vid en underväxtröjning finns risk för spridning av rotticka. Granstubbar ur alla storleksklasser > 5 cm i diameter riskerar att infekteras av rottickan (Carlsson 2007). Enligt Andersson (2016) resulterar underväxtröjning även i att värdefulla naturresurser för viltet försvinner, då viltet använder underväxten till mat och skydd. Om en underväxtröjning skulle utföras där alla underväxstammar röjs bort, skulle det kunna leda till en ökad instrålning av solljus som skulle resultera i uttorkning av fältskiktet (Gunnarsson m.fl 1992). Detta kan leda till sämre överlevnadsförmåga hos exempelvis skogshönsens kycklingar, då ett antal

undersökningar visar att fuktiga marker har rikligt med insekter, och är därmed en viktig biotop för kycklingarna (Gunnarsson m.fl 1992).

Innan SCA Skog utför underväxtröjning inför gallring på egen skog, måste vissa kriterier uppfyllas (SCA Skog 2009). Detta då underväxtröjning kan utgöra en femtedel av den totala gallringskostnaden (Gunnarsson m.fl. 1992). Att utföra en underväxtröjning inför gallring kostar i genomsnitt 2 300 kronor/ha för SCA Skog i Medelpads skogsförvaltning (Ann Österström, skogsvårdsledare, pers. komm 2018). Om underväxstammarna är få påverkar det avverkningsprestationen ytterst lite och detta innebär att merkostnaden av underväxtröjningen blir för stor, och att det inte går att ekonomiskt motivera en underväxtröjning inför gallringen (Gunnarsson m.fl. 1992). Men när densiteten och höjden på underväxten ökar, eller när rundvirkesuttaget ökar, kan det vara ekonomiskt försvarbart att underväxtröja (Kärhä 2006)

Enligt Fransson (2015) är 1 405 000 ha av Sveriges skogar i omedelbart behov av röjning, medan den årliga arealen utförd röjning är 260 000 ha. Då röjningar inte blir utförda i rätt tid skapar det problem när det är dags för gallring, därför kan det finnas behov av att underväxtröja inför gallring (Frank 2006). Underväxtröjningen kan bidra till att skördaren får högre produktivitet i gallringen samt att det kan bli en lägre avverkningskostnad för skördaren, då medelvolymen per gagnvirkesstam kan ha ökat (Andersson 2016).

1.3 Tidigare studier av underväxtröjning

Underväxtröjning har tidigare studerats av ett flertal författare (Tabell 1). Författarna har utfört studierna med olika metoder och använt olika typer av behandlingar. Riktlinjerna för vilka underväxstammar som ska röjas bort skiljde sig mellan de olika studierna, men gemensamt anpassades riktlinjerna efter höjden och diameter i brösthöjd på underväxstammarna.

Resultatet i de olika studierna skiljer sig åt, främst genom skördarkostnad och skördarens prestation. Den genomsnittliga skördarkostnaden varierar beroende på medelstammen, men vid en medelstam om 0,06 m³fub av uttagsvolymen, varierar kostnaden mellan 141 – 152 kr/m³fub (Bogghed 2018). Därför utmärker sig vissa studier, då resultatet skiljer sig ifrån de genomsnittliga. Anmärkas bör att studierna är utförda på olika platser i Sverige, vid olika årtal, med olika medelstam av uttagsvolymen och med olika maskiner. Den stora variationen mellan studierna kan därför bero på dessa variationer.

Tabell 1. Förutsättningar (behandling), prestation, kostnader och teknisk data vid publicerade studier om underväxtröjning. * Röj = underväxtröjning till; ** DBH = diameter i brösthöjd (1,3 meter)

Behandling	Gallrings- uttag (m ³ fub/ha)	Medelstammens volym av gallringsuttag (m ³ fub)	Skördarens prestation	Skördar- kostnad (kr/m ³ fub)	Maskin (Märke, modell & vikt)	Aggregat	Referens
Oröjd	50	0,04	4,1 m ³ fub/h(G ₁₅)	191	Valmet 901.1 13,6 ton	945	Frank (2006)
Oröjd	43	0,023	-	174,2	John Deere 1070E 14,9 ton	H754	Pålsson (2013)
Oröjd	41	0,08	20,8 m ³ fub/h(G ₀)	-	Eco Log 580 D 17,7 ton	Log max 5000 D	Jonsson (2015)
*Röj < 5 cm **DBH	51	0,059	5,4 m ³ fub/h(G ₁₅)	147	Valmet 901.1 13,6 ton	945	Frank (2006)
*Röj < 5 cm **DBH	51	0,03	-	149,4	John Deere 1070E 14,9 ton	H754	Pålsson (2013)
*Röj < 5 cm **DBH	53,5	0,045	9,4 m ³ fub/h(G ₀)	104	John Deere 1070E 14,9 ton	H754	Dehlén (2010)
*Röj < 6 cm **DBH	88,5	0,119	16,8 m ³ fub/h(G ₀)	44,3	Valmet 911.3 16,9 ton	350	Thunell (2008)
*Röj < 7 cm **DBH	52,1	0,079	6,1 m ³ fub/h(G ₁₅)	121	Valmet 901.1 13,6 ton	945	Frank (2006)
*Röj < 8 cm **DBH	40,4	0,043	10,4 m ³ fub/h(G ₀)	91	John Deere 1070E 14,9 ton	H754	Dehlén (2010)
*Röj < 8 cm **DBH	45	0,085	24,3 m ³ fub/h(G ₀)	-	Eco Log 580 D 17,7 ton	Log max 5000 D	Jonsson (2015)
*Röj < 9 cm **DBH	52,8	0,083	6,5 m ³ fub/h(G ₁₅)	119	Valmet 901.1 13,6 ton	945	Frank (2006)
*Röj < 9 cm **DBH	78,2	0,148	20,1 m ³ fub/h(G ₀)	37,2	Valmet 911.3 16,9 ton	350	Thunell (2008)

I en finsk gallringsstudie av Kärhä (2006) var underväxtens medelhöjd och stamantal två faktorer som sänkte produktiviteten för skördaren. Underväxt som bestod av gran var signifikant besvärlig, och vid en medelhöjd på 2 meter och 2000 underväxtstammar per hektar sjönk produktiviteten med 12-14 % jämfört med om det inte fanns någon underväxt (Kärhä 2006). Produktiviteten sjönk ytterligare vid ökat antal underväxtstammar. Vid 10 000 underväxtstammar per hektar och en medelhöjd på 2 meter hade produktiviteten sjunkit med 30-34 % (Kärhä 2006).

Enligt Kärhä (2006) blir det lönsamt att utföra en underväxtröjning innan gallring när resultatet av underväxtröjningen ger en tillräcklig stor sänkning av avverkningskostnaden för skördaren. Exempelvis var underväxtröjning ekonomiskt försvarbart redan när antalet underväxtstammar var fler än 600 per hektar, då medelhöjden var 2 meter, uttaget av virke var 50 m³ per hektar och medelstammen var 40 dm³ (Kärhä 2006). Detta går emot Gunnarsson m.fl (1992) resultat, som påstår att man inte bör underväxtröja om antalet underväxtstammar är lägre än 1500-2000 stycken per hektar.

Ingen av de tidigare refererade studierna (Tabell 1) redovisar om underväxten påverkar olika förare på olika sätt. Om det skulle finnas en skillnad i hur förarna påverkas av underväxten, vore det intressant att undersöka vad det är som skiljer förarna åt, och om förarna då arbetar med olika arbetsmetoder. Om arbetsmetoden skulle skilja sig, skulle det vara intressant att undersöka vilken arbetsmetod som ger bäst resultat sett till produktiviteten (m³fub/h(G₀)) och utförd gallringskvalité.

1.4 Syfte

Syftet med studien var att undersöka hur olika stamantal av underväxt påverkade produktiviteten och gallringskvaliteten mellan två olika gallringsskördare i SCA Skog, Medelpads skogsförvaltnings gran/tallskogar.

1.5 Hypoteser

En av studiens skördare har vanligtvis högre produktivitet (m³fub/h(G₀)) än den andra skördaren, enligt SCAs månadsvisa uppföljningar. Därför kan man misstänka att de olika skördarförarna använder olika arbetsmetoder.

Hypotesen som studien utgår ifrån är följande:

- Underväxtens påverkan varierar beroende på vilken skördarförare som gallrar i bestånd med underväxt.
- Den lägre produktiva skördarföraren hanterar underväxten i större omfattning, och använder skördaren till att röja underväxten under tiden gallringsarbetet utförs.

2 Material och metoder

2.1 Försökslokal

Studien genomfördes på SCA Skogs marker på Medelpads förvaltning. Inför valet av försökslokal besöktes ett antal lämpliga bestånd. I de två bestånden som slutligen valdes, utfördes studien i de delar av beståndet som hade det högsta antalet underväxtstammar. Beståndet som användes i studien för skördare1 låg ca 53 km norr om Sundsvall, och beståndet som användes i studien för skördare2 låg ca 50 km nordväst från Sundsvall. I dessa två bestånd placerades det ut två olika parceller (en röjd parcell och en oröjd parcell) på vardera ca 0,5 hektar. GYL:en (grundförhållanden, ytstruktur och lutning (Berg 1982), där 1 anger lättaste förhållanden och 5 anger besvärligaste förhållanden) bedömdes till 2:1:1 för de totalt 4 parcellerna som ingick i studien. Parcellerna kvalitetsgallrades enligt SCAs vanliga direktiv (SCA Skog 2007).

2.2 Parceller & röjning

Studien omfattade totalt sett 4 parceller á 0,5 ha vardera. I de oröjda parcellerna var medelstammen 0,08 m³fub för både skördare1 och skördare2. Uttaget av rundvirke i den oröjda parcellen var för skördare1 40,4 m³fub, varav cirka 76 % bestod av tall (*Pinus sylvestris*) och cirka 24 % bestod av gran (*Picea abies*). För skördare2 var uttaget av rundvirke i den oröjda parcellen 50,8 m³fub varav cirka 61 % bestod av tall, cirka 34 % bestod av gran och cirka 5 % bestod av björk (*Betula pubescens*).

I de röjda parcellerna var medelstammen 0,08 m³fub för skördare1, och medelstammen för skördare2 var 0,07 m³fub. Uttaget av rundvirke i den röjda parcellen var för skördare1 40,6 m³fub varav cirka 80 % bestod av tall och 20 % bestod av gran. För skördare2 var uttaget av rundvirke i den röjda parcellen 35,5 m³fub varav cirka 79 % bestod av tall och cirka 21 % bestod av gran.

I de röjda parcellerna utfördes en underväxtröjning där definierade underväxtstammar röjdes bort inför påbörjad studie. En underväxtstam definierades av SCA som en stam högre än 1,3 meter och klenare än åtta centimeter i brösthöjdsdiameter (SCA Skog 2009). Kostanden för underväxtröjning i dessa parceller beräknades med SLAs (1991) prestationsunderlag till 1 972 kronor/ha.

2.2 Maskinerna & förare

Under studien användes två sexhjuliga skördare (Tabell 2). Enligt SCAs månadsvisa uppföljningar är skördare1 (Figur 1) vanligtvis mer produktiv än skördare2. Föraren av skördare1 hade vid studiens tidpunkt kört skördare i 3 år och föraren av skördare2 hade kört skördare i 1,5 år. Båda förarna ansågs dock som rutinerade maskinförare med god kunskap om gallring.



Figur 1. Skördare1, en John Deere 1170E med ett H413 aggregat.

Tabell 2. Specifikationer om studiens maskiner

Specifikationer	Skördare1	Skördare2
Modell	John Deere 1170E	John Deere 1170E
Tillverkningsår	2017	2013
Maskinvikt, t	17,9	17,9
Motoreffekt, kW	145	145
Kranlängd, m	11,5	10
Aggregat	H413	H754
Aggregatvikt, kg	940	820

2.3 Försöksuppläggning

Med hjälp av kartprogram och surfplatta med GPS funktion identifierades två områden i de delar av bestånden som hade högst antal underväxtstammar. Områdena (parcellerna) mätte 0,5 hektar (50x100 meter). De identifierade yttergränserna i parcellerna markerades på kartan genom att använda GPS. Längst de utritade yttergränserna markerades gränsen med tydliga gränssnitselband med färgerna gul och orange.

När parcellernas yttergränser var markerade, markerades med hjälp av gulröda snitselband placeringen av de två stickvägarna (Figur 2) i de fyra parcellerna (Bilaga 1). Detta gjordes för att styra skördarna att köra rakt igenom tidsstudieytorna under tidsstudien. Med hjälp av 50 meters måttband mättes det kontinuerligt att avståndet mellan stickvägarna inte var mindre än 25 meter (vilket är av SCA det lägsta godkända stickvägsavståndet; SCA Skog 2007).



Figur 2. Den oröjda parcellen för skördare1, med snitselband som markerade placeringen av stickvägen.

Totalt i studien lades 20 provytor ut (10 per parcell * 2 parceller = 20 provytor). I varje stickväg i de två oröjda parcellerna placerades 2 provytor (15x15meter) med centrum i mitten av stickvägen (Bilaga 1). Med hjälp av 25 meters måttband mättes provytorna, och med olika färgade snitselband markerades de kvadratiske provytorna. Varje provytas yttergräns blev markerad med olika färgade snitselband och varje provyta fick ett individuellt nummer (1-10). Detta gjordes för att under tidsstudien tydligt kunna urskilja vilken provyta skördaren befanns sig i. Provytorna markerades i samma följd i båda parcellerna. Därför användes samma namn på provytorna, och färg på snitselbanden i de två oröjda parcellerna.

Mitt emellan stickvägarna i slingerstråken markerades med samma metod 6 stycken likadana provytor (Bilaga 1). I slingerstråket behövde skördarna inte följa ett utmarkerat stråk som i stickvägarna. Detta för att skördaren skulle ha egen möjlighet att slingra sig fram i slingerstråket (SCA Skog 2007).

I provytorna utfördes en totalinventeringen av antalet underväxtstammar genom att två rep placerades uppsträckt genom provytorna med 5 m intervall. Därefter inventerades varje del mellan repen, för att sedan läggas ihop till att gälla hela provytan. Detta gjordes för att underlätta inventeringen av underväxtstammar samt för att säkerställa att ingen underväxtstam missades att räknas under inventeringen. För att förhindra dubbelräkning av underväxtstammar markerades räknade stammar med röd sprayfärg.

När provytorna i de oröjda parcellerna var inventerade, sammanställdes varje provytas totala antal underväxtstammar. Eftersom studien strävade efter parvis jämförelse av skördare1 och skördare2s provytor, utfördes en röjning så att varje provytepar innehöll samma antal underväxtstammar. De provytor som enligt totalinventeringen hade ett lägre antal underväxtstammar än respektive provyta hos den andra skördaren sparades, och istället röjdes det i den provytan som innehöll fler underväxtstammar. I t.ex. provyta 8 för skördare2 röjdes det bort 23 underväxtstammar för att få samma antal underväxtstammar som fanns i provyta 8 för skördare1. 23 bortröjda underväxtstammar i provytan motsvarar 1022 underväxtstammar per hektar. Detta resulterade i samma antal underväxtstammar i varje provytepar (Tabell 3).

Tabell 3. De oröjda parcellernas antal provytor, medelvärde av antalet underväxtstammar i provytorna beräknat till per hektar, minsta antal, max antal och standardavvikelse

Behandling	Gallringsskördare	Antal provytor	Antal underväxtstammar/ha			
			Medelvärde	Min	Max	Sd
Oröjd parcell	Skördare1	10	3982	2222	5467	1001
	Skördare2	10	3982	2222	5467	1001

2.4 Tidsstudien

Studien genomfördes på barmark, vid dagsljus, och under fyra soliga dagar i juli månad 2018. Den första dagen för respektive skördare, studerades den oröjda parcellen, och andra dagen studerades den röjda parcellen. Denna ordning valdes efter ett beslut av författaren. Förarna fick köra parcellerna direkt vid påbörjad arbetsdag. Detta gjordes för att förhindra att förarna skulle vara olika trötta p.g.a. maskinkörning vid studien.

Tidsstudien genomfördes genom att författaren åkte med under hela arbetet i parcellerna. Inför påbörjandet av arbetet i parcellerna startade skördarna en ny trakt i maskindatorn. Denna trakt avslutades sedan när parcellen var färdiggallrad. Detta gjordes för att informationen som användes från SCAs uppföljningsprogram enbart skulle komma från parcellen skördaren körde i.

Innan studien påbörjades för skördarna, hade provytorna placerats så att skördarna arbetade sig igenom provytorna i samma ordning. Detta för att skördarna skulle påverkas av underväxten i samma mängd och i samma ordning, vilket förhindrade systematiska felkällor.

Tidsstudien började när kranen fördes in i provytan. Tidsstudieformuläret (Bilaga 2) fylldes i och sparades inför sammanställningen. Klockslag vid påbörjad tidsstudie noterades och när skördaren påbörjade arbete utanför provytan, ansågs provytan vara avslutad. Då noterades klockslaget vid avslutad provyta. Noteringarna av klockslag gjordes för att kunna använda tiden för beräkningar av effektiv grundtid utan avbrott ($h(G_0)$). Varje gång föraren hanterade en underväxtstam istället för en gagnvirkesstam noterades detta av författaren med hjälp av ett räkneverk. Resultatet användes vid beräkningar av hanterade underväxtstammar per hektar. Även varje gagnvirkesstam som skördarna upparbetade i provytan, och totalt antal flerträdshanterade stammar noterades med räkneverket. Detta låg till grund för beräkningen av antal gagnvirkesstammar per $h(G_0)$ och andelen flerträdshanterade stammar. Den insamlade data bearbetades sedan i Microsoft Excel 2016.

2.5 Produktivitet & produktivitetsindex

Från maskindatorerna i skördarna hämtades produktiviteten ($m^3\text{fub}/h(G_0)$) samt produktivitetsindexet (upparbetade gagnvirkesstammar/ $h(G_0)$ jämfört med produktivitetsnorm för skördare, multiplicerat med teknisk utnyttjandegrad). Dessa två nyckeltal var till grund för jämförelsen mellan de oröjda och röjda parcellerna.

Den beräknade prestationen i vardera parcell, bedömdes med hjälp av SCAs gällande underlag för prestationsprognos och bortsättning för gallring med engreppsskördare (SCA Skog 2018). Till grund för bedömningen låg svårighetsfaktorerna i de olika parcellerna.

När parcellen var avslutad, rapporterade skördaren traktinformationen (uppföljningen) av den nyligen avslutade parcellen till produktionsledaren (SCAs ansvariga tjänsteman för skördaren). Denna prognos innehöll produktionen ($m^3\text{fub}/h(G_0)$), totala antalet upparbetade gagnvirkesstammar, totalt upparbetad volym ($m^3\text{fub}$), medelstam ($m^3\text{fub}/\text{gagnvirkesstam}$), och teknisk utnyttjandegrad (grundtid/utnyttjad tid) under parcellen. Den tekniska utnyttjandegraden kan vara missvisande då den bara berörde ett mindre område, under en kort tid. Men det var ändå viktigt information att insamla för att ha möjlighet att se variationen mellan skördarna. Uppföljningen av varje enskild parcell skickade sedan de två berörda produktionsledarna till författaren för bearbetning. Uppföljningen bearbetades i Microsoft Excel 2016 och låg sedan till grund för resultatet.

2.6 Kvalitetsuppföljning

Efter att skördaren hade gallrat färdigt parcellerna, utförde författaren en gallringsuppföljning enligt SCAs direktiv (SCA Skog 2013). Detta gjordes för att undersöka om gallringskvaliteten inom de olika parcellerna skiljde sig åt. Exempelvis bedömdes stickvägsbredden (Figur 3).

Gallringsuppföljningen bedömde:

- Andelen skadade träd (procent av 25 observerade träd vid varje provyta)
- Stickvägsbredd (m)
- Grundyta (relaskopmätning, m²/ha)
- Stickvägsavstånd (m)
- Om SCA-metoden (slingerstråk mellan stickvägarna) hade använts eller ej
- Markskador (procent av stickvägslängd)



Figur 3. Stickväg i den oröjda parcellen för skördare2.

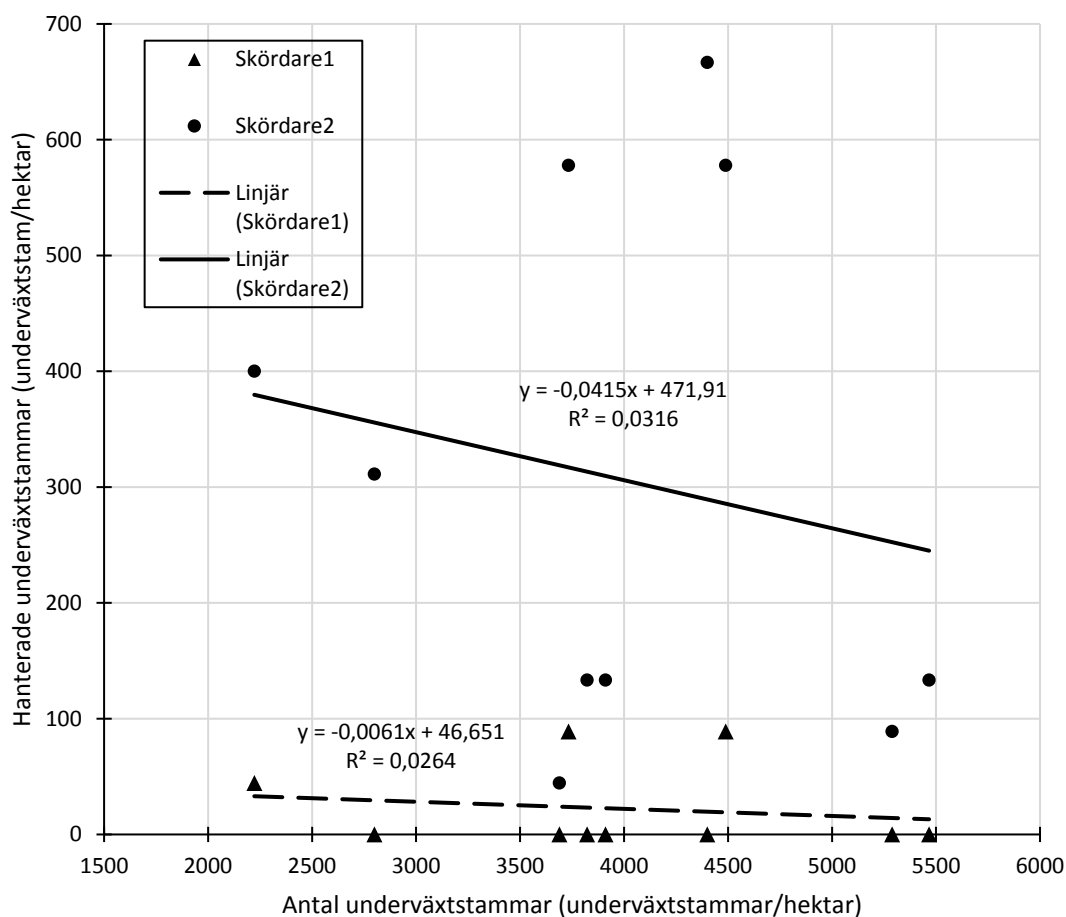
3 Resultat

3.1 Tidsstudie i oröjda parceller

3.1.1 Hanterad underväxt

Skördare1 hanterade (avverkade och/eller förflyttade) underväxten i mindre utsträckning än skördare2 (Figur 4). Antalet hanterade underväxtstammar per hektar för skördare1 varierade mellan 0-89 underväxtstammar. För skördare2 var variationen mellan 44-667 hanterade underväxtstammar per hektar.

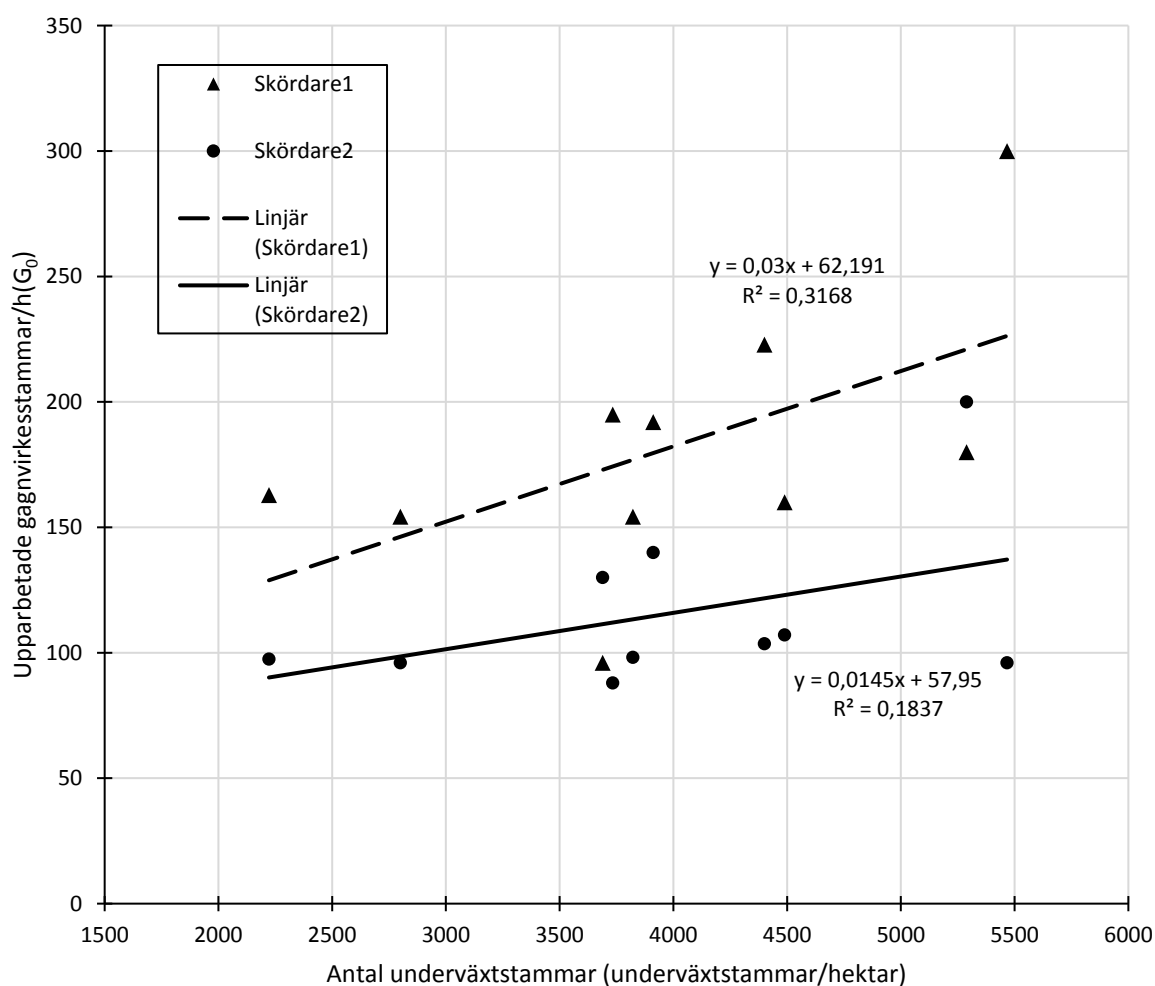
Skördare1 hanterade i genomsnitt 22 underväxtstammar/hektar. Detta var 93 % färre än vad skördare2 hanterade i genomsnitt (307 underväxtstammar/hektar).



Figur 4. Antal hanterade underväxtstammar beroende på antal underväxtstammar per hektar, vid gallring med två olika skördare i de oröjda parcellerna. Varje datapunkt är en provyta.

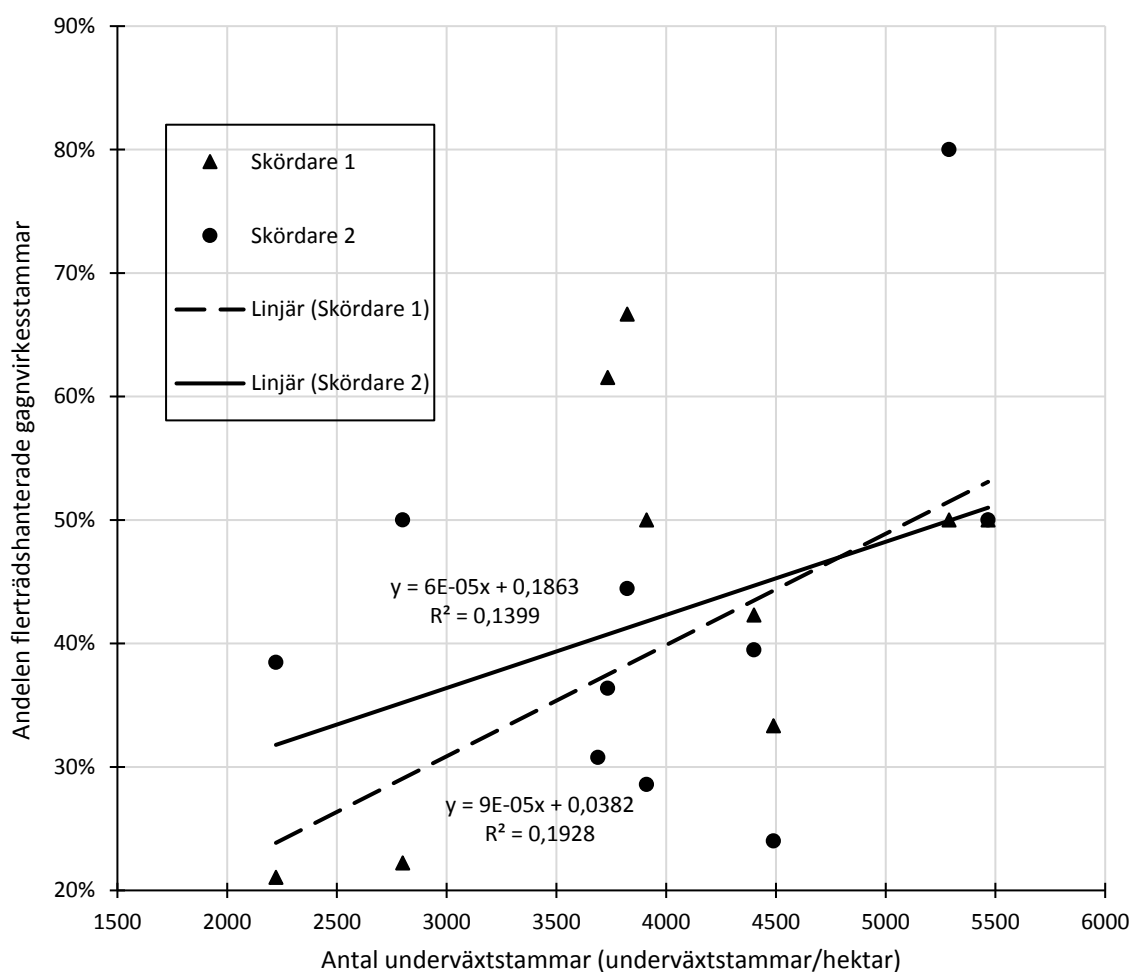
3.1.2 Upparbetade gagnvirkesstammar & flerträdshantering

Antalet upparbetade gagnvirkesstammar per $h(G_0)$ ökade med ökad antal underväxtstammar per hektar för båda skördarna (Figur 5). Skördare1 upparbetade i genomsnitt 179 gagnvirkesstammar per $h(G_0)$. Skördare2 upparbetade i genomsnitt 107 gagnvirkesstammar per $h(G_0)$, vilket var 40 % färre än vad skördare1 upparbetade per $h(G_0)$.



Figur 5. Antal upparbetade gagnvirkesstammar per $h(G_0)$ beroende på antal underväxtstammar per hektar, vid gallring med två olika skördare i de oröjda parcellerna. Varje datapunkt är en provyta.

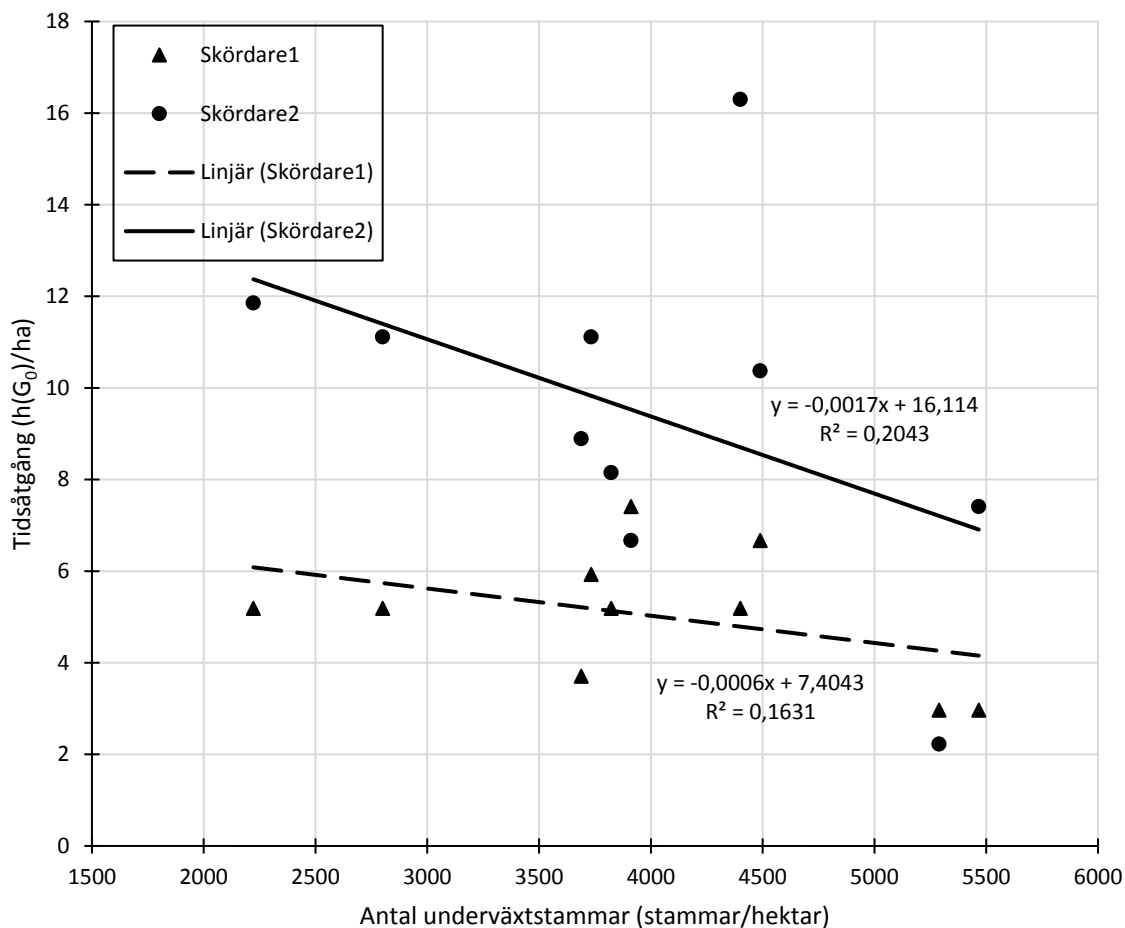
Den procentuella andelen flerträdshanterade gagnvirkesstammar varierade för båda skördarna (Figur 6). Regressionskurvans R^2 -värde var dock mindre än 0,20 för båda skördarna, vilket tyder på stor spridning av andelen flerträdshanterade gagnvirkesstammar och att det inte fanns någon tydlig trend. Den genomsnittliga andelen flerträdshanterade gagnvirkesstammar i den oröjda parcellen var för skördare1 40 % och 42 % för skördare2. Variationen i andelen flerträdshanterade gagnvirkesstammar per hektar var för skördare1 0-67 % och mellan 24-80 % för skördare2.



Figur 6. Andel (%) flerträdshanterade gagnvirkesstammar beroende på antal underväxtstammar per hektar, vid gallring med två olika skördare i de oröjda parcellerna. Varje datapunkt är en provyta.

3.1.3 Tidsåtgång i oröjda parceller

Förvånansvärt nog minskade tidsåtgången för att gallra ($h(G_0)$ per hektar) för båda skördarna vid högre antal underväxtstammar per hektar (Figur 7). I genomsnitt tog det 5,04 $h(G_0)$ för skördare1 att gallra en hektar och 9,41 $h(G_0)$ för skördare2 att gallra en hektar. Variationen för skördare1 var mellan 2,96–7,41 $h(G_0)$ per hektar. För skördare2 var variationen mellan 2,22–16,30 $h(G_0)$ per hektar.

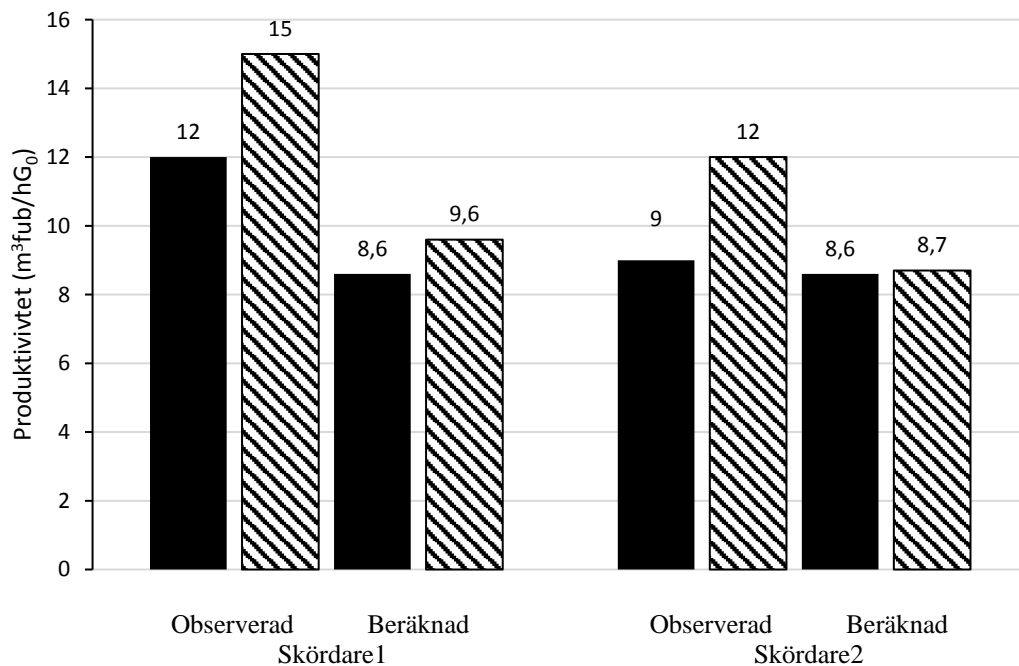


Figur 7. Tidsåtgång (effektiva timmar utan avbrott) per hektar beroende på antal underväxtstammar per hektar, vid gallring med två olika skördare i de oröjda parcellerna. Varje datapunkt är en provyta.

3.2 Produktivitet & produktivetsindex

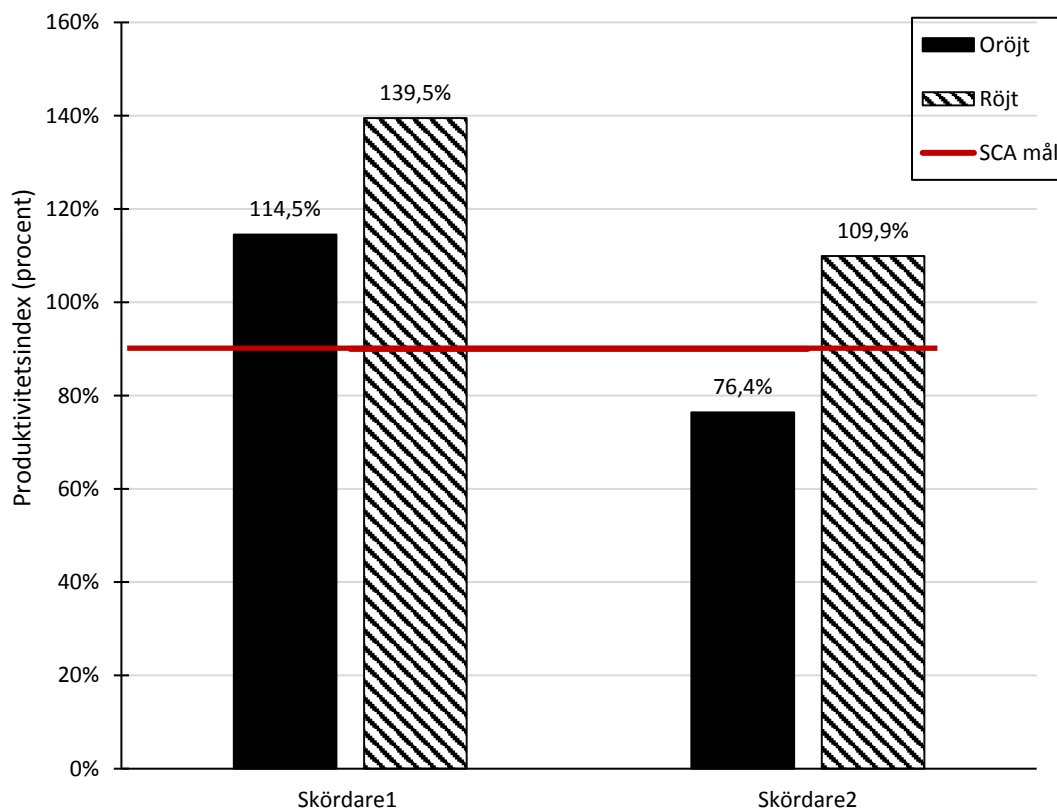
Den observerade produktiviteten ($\text{m}^3\text{fub}/\text{h}(\text{G}_0)$) för skördare1 var högre än skördare2 i både de röjda och oröjda parcellerna (Figur 8). Den observerade produktiviteten ökade med $3 \text{ m}^3\text{fub}$ för bägge skördarna i de röjda parcellerna jämfört med de oröjda parcellerna. Den beräknade produktiviteten i de röjda parcellerna var olika mellan skördarna. Detta berodde på att i de röjda parcellerna var medelstammen större för skördare1 ($0,08\text{m}^3\text{fub}$) än medelstammen för skördare2 ($0,07 \text{ m}^3\text{fub}$).

Det beräknade ackordspriset (kostnad per fastkubikmeter) i de oröjda parcellerna var cirka $116,3 \text{ kr}/\text{m}^3\text{fub}$ och i den röjda parcellen för skördare1 cirka $104,2 \text{ kr}/\text{m}^3\text{fub}$. Eftersom medelstammen var lägre i den röjda parcellen för skördare2 var ackordspriset högre (cirka $114,9 \text{ kr}/\text{m}^3\text{fub}$) än för skördare1.



Figur 8. Observerad och beräknad produktivitet ($\text{m}^3\text{fub}/\text{h}(\text{G}_0)$) mellan skördarna i de röjda (streckad stapel) och oröjda (fylld stapel) parcellerna. Beräknad produktivitet enligt SCAs bortsättningsmall för oröjt vid en medelstam på $0,08 \text{ m}^3\text{fub}$, röjt för skördare1 vid en medelstam på $0,08 \text{ m}^3\text{fub}$ och röjt för skördare2 vid en medelstam på $0,07 \text{ m}^3\text{fub}$.

Båda skördarna klarade produktivitetsindexmålet (90 %) i de röjda parcellerna (Figur 9). Skördare2 klarade inte produktivitetsindexmålet i den oröjda parcellen. I de röjda parcellerna ligger skördare1 29,6 procentenheter över skördare2 i produktivitetsindex, och i de oröjda parcellerna ligger skördare1 38,1 procentenheter över skördare2.



Figur 9. Det observerade produktivitetsindexet (%) mellan skördarna i de röjda respektive oröjda parcellerna. Linjen visar SCAs produktivitetsindexmål (90 %) för samtliga gallringsskördare.

3.3 Utförd gallringskvalité

Under studien följde båda skördarna SCA-metoden (de använde slingerstråk mellan stickvägarna) och gjorde inga markskador (d.v.s. det fanns färre än 20 meter per hektar där spårbildningen var djupare än 10 cm). Andelen skadade träd var högre i de oröjda parcellerna jämfört med de röjda parcellerna för båda skördarna (Tabell 3).

Trots detta blev de fyra parcellerna underkända vid uppföljning av kvalitén på den utförda gallringen. Detta berodde på att medelvärdet på stickvägsbredden överskred den maximala bredden (max 4,2 meter) i samtliga parceller.

Tabell 3. Gallringsuppföljning av skördare1 och skördare2 i de röjda och oröjda parcellerna

Gallrings-skördare	Parcell	Provyta	Andel skadade träd	Stickvägsbredd (m)	Grundyta efter gallring (m ² /ha)	Stickvägs-avstånd (m)
Skördare1	Röjt	1	0 %	4,8	20	27
		2	0 %	4,2	20	26
		<i>Medelvärde</i>	0 %	4,5	20	26,5
	Oröjt	1	4 %	4,3	20	26
		2	4 %	4,4	22	26
		<i>Medelvärde</i>	4 %	4,35	21	26
Skördare2	Röjt	1	8 %	4,9	20	25
		2	12 %	4,3	20	26
		<i>Medelvärde</i>	10 %	4,6	20	25,5
	Oröjt	1	12 %	4,3	20	26
		2	20 %	4,7	22	27
		<i>Medelvärde</i>	16 %	4,5	21	26,5

4. Diskussion

4.1 Tidsåtgång i oröjda parceller

Tidsåtgången i föreliggande studie minskade för båda skördarna då antalet underväxtstammar per hektar ökade. Detta är ologiskt och motsäger resultat från Frank (2006), Gunnarsson m.fl (1992), och Dehlen (2010). Under tidsstudien fick författaren känslan att mycket underväxt ledde till att förarna inte gallrade i samma utsträckning som i provytorna med färre underväxtstammar. Förarna avverkade de gagnvirkesstammar som krävdes för att ta sig genom provytan, men övriga gagnvirkesstammar lämnades ogallrade. Därmed pågick tidsstudien under en kortare tid i de provytorna med högst antal underväxtstammar, och det gjorde att resultatet indikerade en minskad tidsåtgång vid ökat antal underväxtstammar. Detta tror författaren är anledningen till att resultatet från föreliggande studie inte ger samma resultat som liknande studier. En tendens till denna förklaring går att se i gallringsuppföljningen (Tabell 3), grundytan var högre i de parceller som var oröjda. Den högre grundytan i de oröjda parcellerna visade ett lägre uttag av gagnvirkesstammar i de parcellerna. En annan tendens till förklaringen går att se om värdena vid högst antal underväxtstammar i Figur 7 tas bort. Då förändrades trendlinjen, och indikerade ett resultat där tidsåtgången är densamma oavsett antalet underväxtstammar. Studien är liten och därför kan det inte uteslutas det Thunell (2008) beskriver. Att det finns möjlighet att skördarförarna gallrade efter eget tycke, och gick mycket på känsla då de gallrade alla parceller. Slumpen skulle då kunna påverka.

Studien skulle kunna indikera att när det blir fler än 4500 underväxtstammar per hektar, gallrar inte förarna i samma utsträckning. Trots detta var kvarvarande grundyta efter gallring i föreliggande studie godkänd, och därför skulle det ändå kunna vara ett bra sätt att gallra.

4.2 Produktivitet & Ekonomi

Produktiviteten ($m^3 \text{fub}/h(G_0)$) ökade för båda skördarna i de röjda parcellerna. Resultatet är samstämmigt med tidigare studier (Tabell 1) som indikerar att desto mer underväxt som röjs bort, desto högre blir produktiviteten. Den höga produktiviteten i denna studie går att förklara till stor del av observationseffekten (jmf Mayo 1933). Observationseffekten innebär en ökning av produktiviteten i arbetet då människor är intensivt bevakade under ett forskningsprojekt (den så kallade Hawthorneeffekten; McCambridge m.fl 2013). Detta var tydligt hos föraren av skördare2, eftersom föraren sade efter avslutande av den röjda parcellen att resultatet gagnvirkesstammar/h(G_0) var ett personligt rekord. Därför är resultatet i denna studie inte representativt, då förarens produktivitet förmodligen skulle varit lägre om föraren hade kört parcellen utan författaren.

Den beräknade prestationen var olika i de röjda parcellerna mellan skördarna p.g.a. olika medelstammar parcellerna emellan. Den lägre medelstammen för skördare2s röjda parcell gav ett lägre ackordspris (114,9 kronor) än ackordspriset för skördare1s röjda parcell (104,2 kronor). Dock var det samma ackordspris för skördarna i de oröjda parcellerna (116,3 kronor). Vid bedömning av ackordspris

krävs ett bestämt kalkylpris (timkostnad för skördare) och 1 000 kronor är lämpligt att använda vid beräkningar (Gustav Sahlin, produktionsledare, pers. komm 2018).

Vid detta kalkylpris kostade det 9 395 kronor för skördare1 att gallra 1 orörd hektar, medans det kostade 11 814 kronor för skördare2 att gallra 1 orörd hektar. Genom att använda samma förutsättningar i bortsättningsmallen för det beräknade ackordspriset, men istället ta bort underväxt som en bedömning (på det viset bedöma om en underväxtröjning hade blivit utförd) skulle kostnaden för skördare1 vara 8 417 kronor och för skördare2 10 583 kronor. Det gav ett sänkt ackordspris per hektar för skördare1 på 979 kronor och 1 231 kronor för skördare2. Förtjänsten av ett lägre ackordspris vid utförd underväxtröjning blir därför inte ekonomiskt försvarbart, då den beräknade kostnaden för underväxtröjning av studiens parceller var 1 972 kr/ha. Om det ska bli lönsamt att underväxtröja inför gallring, kan en anledning vara ett högt kalkylpris för skördarna. I föreliggande studie krävs en ökning av skördarnas kalkylpris med minst 102 % för skördare1, och en ökning med minst 60 % för skördare2, innan det blir lönsamt att underväxtröja.

4.3 Hanterad underväxt

Skördare2 hanterade 93 % fler underväxtstammar per hektar än skördare1. Denna skillnad mellan studiens skördare indikerade att skördaren2 lade mer tid än skördare1 på sådant som inte tillhörde produktivt arbete. En skördare i Jonssons (2015) studie, använde 6,98 % av arbetstiden till att risrensa (hantera underväxt) i bestånd med underväxt. Extrapolerat till föreliggande studie betyder detta att skördare1 hade möjlighet att lägga mer arbetstid på andra arbetsmoment som tillhörde produktivt arbete.

Under tidsstudien var det en stor skillnad i hur förarna reagerade på det höga antalet underväxtstammar. Författaren fick intrycket att vid det högsta antalet underväxtstammar under tidsstudien, tenderade skördare2 att sluta hantera underväxten och tryckte istället ner underväxten med aggregatet. Figur 4 indikerade ett minskat antal hanterade underväxtstammar då antalet underväxtstammar/ha ökar, vilket stödjer författarens intryck.

4.4 Upparbetade gagnvirkesstammar & flerträdshantering

Antalet upparbetade gagnvirkesstammar per h(G_0) ökade för båda skördarna desto fler underväxtstammar det fanns per hektar i de oröjda parcellerna. Franks (2006) resultat tyder på samma tendens, samtidigt som Dehléns (2010) resultat indikerar det motsatta. Eftersom föreliggande studies andel flerträdshanterade gagnvirkesstammar ökade då antalet underväxtstammar per hektar ökade (Figur 6), ledde det till att fler gagnvirkesstammar upparbetades samtidigt, vilket ökade det totala antalet upparbetade gagnvirkesstammar. Det följer samma resultat som Pålsson (2013) redovisade i sin studie. Pålsson (2013) redovisade att i oröjda bestånd hanterades 80 % av stammarna per hektar genom flerträdshantering. Denna andel sjönk till 66 % vid utförd underväxtröjning då underväxt < 8 cm i DBH röjdes bort. I föreliggande studie var andelen flerträdshanterade gagnvirkesstammar i de oröjda parcellerna dock betydligt lägre än i Pålssons

(2013) studie. Genomsnittligt i de oröjda parcellerna var 40 % av gagnvirkessstammarna för skördare1 och 42 % för skördare2 flerträdshanterade. Denna skillnad skulle kunna bero på att i Pålssons (2013) studie, var medelstammen betydligt lägre (0,034 m³fub) än i föreliggande studie (0,08 m³fub), samtidigt som uttaget (m³fub) sett till medelstam var större. Flerträdshanteringen används oftare och ger störst produktivitetsökning i bestånd med låg medelstam och höga uttag enligt Rönnqvist (2011). Detta bör leda till en större nytta och brukande av flerträdshantering i Pålssons (2013) studie, än i föreliggande studie.

4.5 Utförd gallringskvalité

Föreliggande studies parceller blev underkända efter utförd gallringsuppföljning. Det berodde på att stickvägsbredden var bredare än vad maxbredden tillåter. Stickvägsbredden var lägre i den oröjda parcellen än i den röjda parcellen för båda skördarna (Tabell 3). Men det var en liten sänkning och det går inte att utesluta att det var p.g.a. slumpen (t.ex. var provytan för stickvägsbedömningen hamnade).

Andelen skador ökade för båda skördarna i de oröjda parcellerna. Dessa resultat följer Jonssons (2015) resultat, som beskriver att skador på kvarvarande träd ökade då ingen underväxtröjning hade utförts. Skördare1 hade i denna studie godkänd andel skador i båda parcellerna. Skördare2 låg över godkänd skadenivå, och hade en större ökning av skadeandelen än skördare1 mellan behandlingarna (4 procentenheter respektive 6 procentenheter). Den högre skadenivån kan troligen förklaras av att skördare2s förare var under tidsstudien mer besvärad av underväxten än skördare1s förare. Skördare2s förare sade att han spände sig och kände sig stressad under körningen i den oröjda parcellen.

4.6 Studiens styrkor och svagheter

Studien hade tydliga data. I provytorna hade alla definierade underväxstammar räknats och därför var resultatet exakt mot antalet underväxstammar. All underväxtröjning som gjordes inför föreliggande studie utfördes av författaren själv, och därför finns det ingen risk att otydliga instruktioner eller någon utomstående har påverkat förutsättningarna. Eftersom författaren satt i skördarhytten under hela studien kunde författaren tydligt se allt som skedde under studien.

Markförhållandena och bestånden var nästan identiska för skördarna. Marken var platt, och det fanns bara några mindre stenar i parcellerna. Bestånden var även de likartade med hänsyn till medelstammar och uttagsvolym. Under tidsstudien för skördarna rådde idealiska väderförhållanden, och dessutom var stickvägarna redan uppmärskade (vilket innebar att förarna slapp odsla tid och energi på att planera dem).

Det var tydligt under studien att observationseffekten påverkade förarna. Observationseffekten samt de idealiska markförhållandena i studien gör troligen att studiens uppmätta produktivitetsresultat är alltför optimistiskt jämfört med vardagliga produktivitetsskillnader. Fler provytor och större insamling av data skulle leda till mer representativa produktionsnivåer

4.7 Rekommendationer

Rekommendationer inför framtiden bör vara att arbeta med metodutlärnin g. Det syntes ett tydligt mönster att förarens gallringsteknik i stor uträkning påverkar produktiviteten. I Figur 1 syns det tydligt att skördare1s förare arbetade med en annan teknik under gallringsarbetet och hanterade inte underväxten i samma utsträckning som skördare2s förare. Skördare1 hade högre observerad produktivitet (Figur 8) och genom metodutlärnin g av gallringstekniken som skördare1s förare använder, borde de gå att förbättra produktiviteten hos andra skördarförare som hanterar underväxt i större omfattning.

En annan rekommendation skulle vara att studera tekniska hjälpmedel som skulle underlätta skördarens arbete i gallring med mycket underväxt. Exempelvis skulle en kamera kunna sitta på hyttens tak, så att föraren kan se gagnvirkessammar och underväxstammar från ett fågelperspektiv (jämför konceptet i Ko & Yi 2018). Med detta hjälpmedel skulle föraren ha sikt uppifrån vilket kanske underlättar för föraren när riklig underväxt skymmer förarens skikt från hytten.

Vid framtida studier vore det intressant att undersöka hur underväxten påverkar maskinförarnas psykosociala arbetsmiljö. Under denna studie indikerade en av förarna att han kände sig mer stressad under arbetet i den örjda parcellen. Därför vore det intressant att undersöka om underväxtröjning inför gallring går att motivera, om den psykosociala arbetsmiljön avsevärt förbättrades för förarna.

Utifrån den ekonomiska beräkningen rekommenderas det dock att SCA fortsätter att inte underväxtröja gallringsbestånd som inte uppfyller kriterierna för underväxtröjning. Produktivitetshöjningen som underväxtröjningen medför, kan inte kompensera den merkostnad som underväxtröjningen bidrar med i föreliggande studie. Markägaren förlorar ca 1000 kr/ha vid utförd underväxtröjning vid liknande förhållanden som i föreliggande studie. Medelkostnaden för underväxtröjning vid SCA är dessutom högre än den beräknade i föreliggande studie (2300 kr/ha vs 1972 kr/ha), vilket skulle kunna indikera att markägaren förlorar mer än 1000 kr/ha.

4.8 Slutsatser

- Skördare2 hanterade betydligt fler underväxstammar (cirka 93 % fler) än vad skördare1 gjorde. Detta bidrog tveklöst till att skördare1 hade högre produktivitet än skördare2.
- Den observerade produktiviteten ökade med $3 \text{ m}^3\text{fub/h}(G_0)$ för båda skördarna i de underväxtröjda parcellerna, men denna ökning var troligen starkt influerad av observatörseffekten (speciellt för skördare2). Den beräknade produktivitetsökningen i de röjda parcellerna var däremot endast $1 \text{ m}^3\text{fub/h}(G_0)$ för skördare1 och $0,1 \text{ m}^3\text{fub/h}(G_0)$ för skördare2.
- Enligt SCAs direktiv bör andelen skador i kvarvarande bestånd efter utförd gallring vara max 5 %. För skördare1 var skadeandelen i röjd/örjd parcell 0 % respektive 4 %, och för skördare2 10 % respektive 16 %.
- Trots produktivitetsökningen för skördarna är det inte ekonomiskt försvarbart att underväxtröja.

5. Referenser

5.1 Skriftliga referenser

Agestam, E. (2015). Skogsskötselserien nr 7, Gallring. Jönköping: Skogsstyrelsen.

Alam, Muhammad M. Strandgard, Martin N. Brown, Mark W & Fox, Julian C. (2012). Improving the productivity of mechanised harvesting systems using remote sensing. Australian Forestry, vol. 75 (4), ss. 238-245. DOI: <https://doi.org/10.1080/00049158.2012.10676408>.

Andersson, Å. (2016). Förröjningsstrategier vid förstagallring - en jämförelseanalys mellan två olika förröjningsmetoder. Institutionen för Skog- och träteknik, Linnéuniversitetet. Växjö: Kandidatuppsats.

Berg, S. Forshed, N. & Forskningsstiftelsen Skogsarbeten. (1982). Terrängtypsschema för skogsarbete. Spånga: Forskningsstiftelsen Skogsarbeten.

Bogghed, A. (2018). Skogsbrukets kostnader 2018. Norra, mellersta och södra Sverige. Gävle: Lantmäteriet. Rapport 2018:2.

Carlsson, T. (2007). Risken för spridning av röta vid förröjning i granskog i södra Sverige. Institutionen för sydsvensk skogsvetenskap, SLU. Alnarp: Examensarbete nr 99.

Dahlin, A. (2008). Produktivitet och kvalitet vid stickvägs- respektive beståndsgående förstagallring. Institutionen för skoglig resurshushållning, SLU. Umeå: Arbetsrapport 216.

Dehlén, J. (2010). Mindre studie av en ny gallringsmetod i stamtät förstagallring av gran i södra Sverige. Skogsmästarskolan, SLU. Skinnskatteberg: Examensarbete 2010:12.

Frank, N. (2006). Underröjning i förstagallring. Institutionen för skogens produkter och marknader, SLU. Skinnskatteberg: Examensarbete Nr 64.

Fransson, J. (2015). Skogdata 2015 Aktuella uppgifter om de svenska skogarna från riksskogstaxeringen Tema: Riksskogstaxeringens permanenta provytor. Institutionen för skoglig resurshushållning, SLU. Umeå: Riksskogstaxeringen.

Gunnarsson, P. Hellström, C. & Scherman, S. (1992). Gallring i bestånd med underväxt. Kista: Skogforsk,Handledning. ISBN 91 7614 080 6.

Håkansson M. (2000). Skogencyklopedin – 8400 artiklar och ordförklaringar. Stockholm: Sveriges Skogsvårdsförbund.

Jonsson, F. (2015). Hur påverkar avlövad underväxt kvaliteten och drivningskostnaden i gallring? Institutionen för skogliga biomaterial och teknologi, SLU. Umeå: Arbetsrapport 8.

- Ko, Y.-J. & Yi, S.-Y. (2018). Catadioptric Imaging System with a Hybrid Hyperbolic Reflector for Vehicle Around-View Monitoring. *Journal of Mathematical Imaging and Vision*, vol. 60 (4), ss. 503–511. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10851-017-0770-0>.
- Kärhä, K. (2006). Profitability of pre-clearance in first-thinning Scots pine stands. In: Lönnstedt, L. & Rosenquist, B. (Eds). *Scandinavian Forest Economics*, No. 41. Proceedings of the Biennial Meeting of the Scandinavian Society of Forest Economics. Uppsala, Sweden 8th-11th May.
- Mayo, E. (1933). *The human problems of an industrial civilization*. New York: The Macmillan Company.
- McCambridge, J. Witton, J. Elbourne, D.R. (2014). Systematic review of the Hawthorne effect: New concepts are needed to study research participation effects. *Journal of clinical epidemiology*, vol. 67 (3), ss. 267–277. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2013.08.015>.
- Vestling, B. (2012). Kostnadspåverkande faktorer för skördare – En analys av uppföljningsdata hos Stora Enso Skog. Institutionen för skoglig resurshushållning, SLU. Umeå: Arbetsrapport 384.
- Pålsson, M. (2013). Produktivitet och kvalitet vid stickvägs- respektive beståndsgående förstagallring. Institutionen för sydsvensk skogsvetenskap, SLU. Alnarp: Examensarbete nr 206.
- Rönnqvist, A. (2011). Produktivitetseffekter av flerträdshantering. Skogsmästarskolan, SLU. Skinnkatteberg: Examensarbete 2011:08.
- Thunell, Anna. (2008). Kvalitet och ekonomi i utförandet av förstagallring baserat på olika gallrings- och underväxtröjningsprogram. Institutionen för skoglig resurshushållning, SLU. Umeå: Arbetsrapport 218.
- SCA Skog. (2007). Så här ska du gallra [internt material]. Sundsvall: SCA Skog.
- SCA Skog. (2009). Instruktion underväxtröjning [internt material]. Sundsvall: SCA Skog, Medelpads skogsförvaltning.
- SCA Skog. (2013). Instruktion - produktionsledarnas snabba gallringsinventering [internt material]. Sundsvall: SCA Skog.
- SCA Skog. (2018). Underlag för prestationsprognos och bortsättning. Gallring med engreppsskördare [internt material]. Sundsvall: SCA Skog.
- SLA Norr. (1991). *Prognosunderlag-Motormanuell röjning och förrensning*. Stockholm: Skogs- och Lantarbetsgivareförbundet.

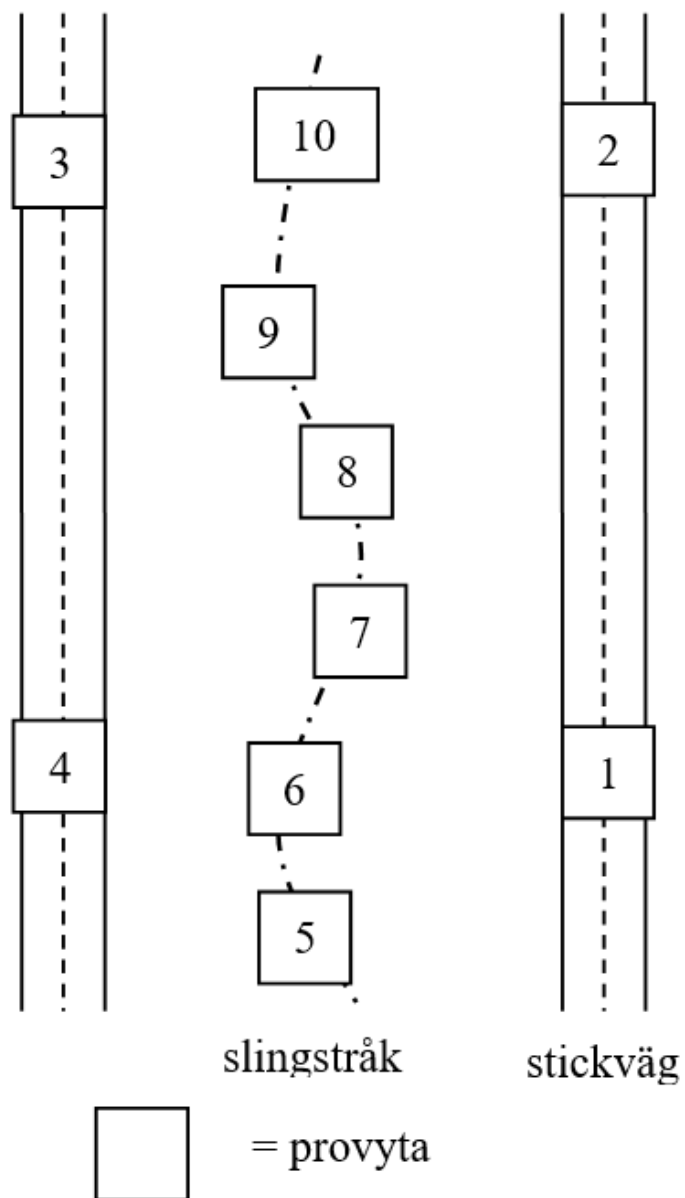
5.2 Personlig kommunikation

Österström, Ann. Skogsvårdsledare, SCA Skog. 2018-08-28.

Sahlin, Gustav. Produktionsledare, SCA Skog. 2018-12-14.

6. Bilagor

Bilaga 1. Kartskiss över en oröjd parcell med två stickvägar, ett slingerstråk, samt utplacerade 15x15 meters provytor



Bilaga 2. Tidsstudieformulär som ifylldes under tidsstudien

Behandling:

Parcell:

Yta:

Avverkningslag:

Klockslag för påbörjad
tidsstudie:

Klockslag för avslutad
tidsstudie:

Hanterad underväxt:

Underväxt som blev
gagnvirke:

Upparbetade stammar:

Varav flerträdshanterade:
